Experimentelle Untersuchungen

über den

Einfluss der Eiweissstoffe und des Fettes

auf die

Verdauung der Kohlehydrate.

(Aus dem Laboratorium des Herrn Prof. Dr. J. Müller, Würzburg.)

Inaugural-Dissertation

verfasst und der

Hohen medizinischen Fakultät

der

kgl. bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesammten Medizin

vorgelegt von

James Fränkel

approbierter Arzt

aus Berlin.

Würzburg.

C. J. Becker's Universitäts-Buchdruckerei.

1903.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Würzburg.

Referent: Herr **Geheimer Medizinalrat Prof. Dr. v. Leube.**

Meiner Mutter

und

dem Andenken

meines verstorbenen Vaters

gewidmet.

Die Verdauungsvorgänge, die sich im menschlichen Magen abspielen, sind nach den Untersuchungen der letzten Jahre viel mannigfaltiger und bedeutsamer, als man früher angenommen hat. Wenn man von den antifermentativen Eigenschaften der Salzsäure und der die Milchgerinnung bedingenden Wirkung des Labfermentes absah, glaubte man vielfach der Magenverdauung keine grosse Bedeutung für den Organismus beimessen zu sollen. Zu der Geringschätzung der proteolytischen Funktion des Magens hatten sowohl Untersuchungen an Hunden geführt, denen der Magen total exstirpirt war, als auch Beobachtungen an Kranken, die an Carcinoma ventriculi oder Gastritis chronica litten. In diesen Fällen zeigte sich nämlich, dass der Ausfall der Magenverdauung durch die peptischen Kräfte des Pankreassaftes und des Darmkanals vollkommen ersetzt werden könne.

Die Bedeutung des Magens für die Verdauung der Eiweisskörper wurde erst neuerdings in das rechte Licht gerückt. Quantitative Untersuchungen, die über den Umfang der Peptonisation am Menschen vorgenommen wurden [1]), ergaben, dass normaler Weise der grösste Teil

[1]) Joh. Müller, Über den Umfang der Eiweissverdauung im menschl. Magen. Sitzungsber. der Phys.-Med. Gesellschaft zu Würzburg. 1902. Schröder, dsgl. Inaug. Dissert. 1902.

des genossenen Eiweisses in gelösten Zustand übergeführt wird, bevor es in den Dünndarm eintritt.

Auch über Veränderungen, welche die Fette im Magen erleiden sollen, berichten neuere Mitteilungen [1] [2]). Danach werden, wie besonders von *Vollhardt*[3]) überzeugend nachgewiesen worden ist, bereits im Magen die Neutralfette zu einem kleinen Teil hydrolytisch gespalten, ein Umstand, der die spätere Emulsionirung der Fette durch Galle und Pankreassaft begünstigt.

Von grösserer Bedeutung sind die Thatsachen, die uns über den Ablauf der Stärkeverdauung im menschlichen Magen bekannt geworden sind. Man hat diese als eine fortgesetzte Mundverdauung aufzufassen, da sie auf die während des Kauens und Schluckens stattfindende Einwirkung des diastatischen Speichelfermentes zurückzuführen ist. Vielleicht kommt auch dem Magensaft eine lösende Wirkung auf die Stärke zu. Bei Hunden, deren Speichel der diastatischen Eigenschaften ermangelt, fand sich im Mageninhalt nach Fütterung mit gekochter Stärke lösliche Stärke und Erythrodextrin vor [4]). Beim Menschen ist hierüber nichts bekannt. Jedenfalls dürfte gegenüber der Ptyalinwirkung ein amylolytischer Einfluss des Magensaftes ganz in den Hintergrund treten.

Ueber den Umfang der Stärkeverdauung in den oberen Verdauungsabschnitten war man früher durchaus falsch unterrichtet. Mit Rücksicht auf die nur kurze Ein-

---

[1]) Cash und Ogata, Arch. für Anatomie und Physiologie, 1880, Physiol. Abt., p. 323.

[2]) Gürber, Fettverdauung im Magen. Sitzungsber. der Phys.-Med. Ges. zu Würzburg, 1902.

[3]) Vollhardt, Über das fettspaltende Ferment des Magens. Zeitschr. für klin. Mediz., 1901, 43. Bd.

[4]) Brücke, Sitzungsberichte der Wiener Akademie, 3. Abt. Bd. LXV, (1872).

wirkung des Mundspeichels während des Kauaktes schrieb man diesem nur eine untergeordnete Bedeutung für die Amylolyse zu, indem man von der Erwägung ausging, dass das Ptyalin durch den sauren Magensaft sehr schnell in seiner Wirksamkeit gehemmt würde. In diesem Sinne äussert sich z. B. *Neumeister*[1]), dessen Beweisführung jetzt jedoch als völlig widerlegt gelten kann. Denn einmal ist durch die Untersuchungen von *Müller-Weinstein*[2]), *Hensay*[3]) und *Dauber*[4]), sowie diejenigen von *K. B. Lehmann* und *Gaudenz*[5]) festgestellt worden, dass die kurze Wirksamkeit des Ptyalins während des Kauens vollkommen genügt, um einen erheblichen Prozentsatz der Trockensubstanz einer vegetabilischen Nahrung in Lösung überzuführen. Ferner steht fest, dass nach Hinabgelangen der Speisen in den Magen nicht eine sofortige Sistierung des diastatischen Prozesses eintreten kann. Der Grund hierfür liegt zunächst darin, dass die zuerst abgeschiedene Salzsäure zur Neutralisation des alkalischen Speichels dient. Nach *Langley*'s[6]) Untersuchungen nun verwandelt neutralisierter Speichel die Stärke viel kräftiger in Zucker als nicht neutralisierter, sodass der Prozess im Magen

---

[1]) Neumeister, Lehrbuch der physiolog. Chemie. 2. Aufl., 97.

[2]) Weinstein, Experim. Untersuchungen über die Bedeutung des menschlichen Mundspeichels für die Verdauung im Magen. Inaug.-Dissert. Würzburg 1899.

[3]) Hensay, Über die Speichelverdauung der Speisen im Magen. Münch. Med. Wochenschr. 1901, S. 1208.

[4]) H. Dauber, Experim. Untersuchungen über den Umfang der Stärkeverdauung im Mund und Magen des Menschen. Inaug. Dissert. Würzburg, 1901.

[5]) K. B. Lehmann, Über Zerkleinerung und Auflösung der Speisen beim Kauen. Sitz.-Ber. der Phys.-Med Ges. Würzb. 1900, No. 3.

Gaudenz, desgl., Arch. für Hygiene. 39. Bd. 3. Heft 1901.

[6]) Langley, On the Destruction of Ferments in the Alimentary Canal Journal of Physiologie, Vol. III (1882).

sogar anfangs noch gebessert wird. Sodann kommt es weiterhin zur Bildung von Säure-Eiweissverbindungen, die zwar sauer reagieren, aber die Wirkung des diastatischen Fermentes, wie oft konstatiert, weit weniger beeinträchtigen als freie Salzsäure. Erst wenn keine Salzsäure mehr chemisch gebunden wird, tritt freie Salzsäure auf, die dann bei einer gewissen Konzentration (s. u.) die Diastasewirkung aufhebt.

Was nun die Höhe der Amylolyse anbetrifft, so liegen von Tierversuchen hierüber nur solche an Hunden vor, die aber, da der Hundespeichel kein Ptyalin enthält, über den Umfang der amylolytischen Leistungen des menschlichen Speichels kein Urteil gestatten können. Die Versuche[1]) nun, die an Menschen zur Prüfung dieser Frage angestellt wurden, nachdem eine geeignete Methode gefunden war, führten zu dem überraschenden Resultat, dass entgegen der in den physiologischen Lehrbüchern allgemein vertretenen Anschauung eine bedeutende Amylolyse schon vor der Einwirkung des diastatischen Fermentes des Pankreassaftes im Mund und Magen vor sich geht. Weit über die Hälfte der genossenen Kohlehydrate wird durch das Ptyalin des Mundspeichels in resorbierbare Form übergeführt. Ja selbst in Fällen mit reichlicher Säureproduktion ist noch eine gute Stärkelösung zu konstatieren gewesen, während bei schwacher Salzsäuresekretion sogar nur winzige Bruchteile ungelösten Amylums für die Arbeit des Pankreassaftes übrig bleiben.

---

[1]) Joh. Müller, Über den Umfang der Stärkeverdauung im Mund und Magen des Menschen. Verhandl. des XIX. Congr. für Innere Medizin.

H. Dauber l. c.

Diese Ergebnisse, die wir im Verlauf unserer Untersuchungen zu bestätigen Gelegenheit fanden, beweisen, wie rasch die Ptyalinwirkung vor sich geht. Beträgt der Säuregrad des Magensaftes etwa 0,025 % freie Salzsäure[1]), dann ist eine weitere Wirkung des Speichelfermentes nicht möglich. Bis ein solcher erreicht ist, ist aber die Stärkeverdauung im Ganzen schon abgeschlossen. *Gamgce*[2]) schätzt das von *van den Velden* sogenannte Stadium amylolyticum auf 20–40 Minuten.

Das, was für die Verdauung der Kohlehydrate ein Hemmnis wird, das Auftreten der freien Salzsäure, wirkt fördernd auf die Verdauung der Eiweisskörper. Immerhin ist das Vorhandensein von freier Salzsäure in dem Verdauungsgemisch keine unerlässliche Bedingung für die Eiweisslösung. Vielmehr liess sich für eine eiweissreiche Nahrung der Nachweis führen, dass im normalen Magen eine weitgehende Proteolyse ohne freie Salzsäure innerhalb der ersten Verdauungsstunde vor sich geht.

Mit Berücksichtigung der Dauer des Stadiums amylolyticum darf daher der Schluss gemacht werden, dass die Vorgänge der Amylolyse und Proteolyse im lebenden Magen nicht einfach sich ablösen, wie vielfach irriger Weise angenommen wird, sondern erst geraume Zeit nebeneinander hergehen, indem der erstere allmählich erlischt, während der zweite ständig an Intensität zunimmt.

Unter diesen Verhältnissen drängt sich die Frage auf, ob denn die beiden an sich so verschiedenartigen Prozesse der Stärke- und Eiweissverdauung unabhängig voneinander bestehen oder ob eine gegenseitige Beeinflussung beider Vorgänge stattfinden kann.

---

[1]) Weinstein l. c.

[2]) Gamgce, Die physiologische Chemie der Verdauung, 1897.

[3]) Joh. Müller, vgl. pag. 2., Anm. 1.

Die Prüfung dieser interessanten und praktisch wichtigen Frage erscheint um so berechtigter, nachdem in letzter Zeit eigenartige Beziehungen entdeckt worden sind, die sich bei der Verdauung von Kohlehydraten und Eiweissstoffen im menschlichen Magen kundgeben.

Einmal nämlich stellte *Schiff*[1]) fest, dass die Dextrine, die Zwischenstufen, die beim Uebergang des Amylums in Maltose und Dextrose auftreten, zu jenen Stoffen gehören, welche die Eigenschaft haben, die Pepsinbildung zu begünstigen. Worauf die „pepsinogene" Wirkung der Dextrine beruht, ist bis jetzt noch vollkommen dunkel. Dass aber eine solche existiert und sich selbst bei rektaler Applikation, also auf dem Wege des Blutstroms geltend macht, hat *Herzen*[2]) durch seine Versuche bestätigt.

Eine weitere Anregung zur Prüfung der aufgeworfenen Frage hat *Pawlow*[3]) gegeben, der auf Grund seiner glänzenden Versuchsmethodik — deren Princip auf der Combination von Oesophagotomie und Magenfistel sowie Verbesserung des „kleinen Magens" mit Erhaltung seiner (sekretorischen) Nerven beruht — zur Feststellung einer Fülle der interessantesten und wichtigsten Thatsachen auf dem Gebiete der Verdauungsphysiologie gelangte. Bei dem Ausbau der Lehre von der specifischen Reizbarkeit der Verdauungsdrüsen war *Pawlow* zu dem Schluss gekommen, dass den verschiedenen Sorten der Speise auch eine verschiedene Qualität des secernierten Verdauungssaftes entspricht, ein Vorgang, den er durch die ungleiche chemische Wirkung der einzelnen Speisearten erklärt. Er beobachtete

[1]) Schiff, Beiträge zur Physiologie. Bd. IV., 1897. cit. nach Herzen.

[2]) Herzen, Pflügers Arch. 84. Bd, 1901, S. 101.

[3]) Pawlow, Die Arbeit der Verdauungsdrüsen, S. 134.

nämlich, dass der auf Brot secernierte Saft eine weit höhere Verdauungskraft besitzt als der auf Fleisch secernierte. Des Genaueren ergab sich, dass die peptische Kraft des Brotsaftes (d. h. des nach Brotgenuss secernierten Magensaftes) 6,64 — in mm der verdauten Eiweisssäule ausgedrückt — die des Fleischsaftes nur 3,26 betrug. Noch deutlicher wird der Unterschied, wenn man zum Vergleich der beiden Säfte die Regel von *Schütz* und *Borissow* anwendet. Man erhält dann für Brotsaft $6{,}64^2 = 44$, für Fleischsaft $3{,}99^2 = 15$, d. h. für ersteren fast den dreifachen Wert des für letzteren erhaltenen.

Die Erklärung für diese Erscheinung fand *Pawlow* in der im Brote vorhandenen Combination der Stärke mit den Eiweissstoffen.

Wodurch erhält nun die Stärke, die für sich absolut nicht erregend auf die Magensaftsecretion wirkt, die Eigenschaft, in Verbindung mit Eiweisskörpern verabreicht, einen so viel verdaungskräftigeren Saft abzuscheiden als die Eiweisskörper für sich allein? Auf diese Frage kann *Pawlow* auf Grund seiner bisherigen Untersuchungen keine sichere Antwort geben.

Die Thatsache aber fand eine starke Bekräftigung durch Versuche an Menschen, die darauf gerichtet waren, den Einfluss gleichzeitig genossener Kohlehydrate auf den quantitativen Verlauf der Proteolyse zu beobachten.[1]) Die Versuchsanordnung war eine derartige, dass der gleichen Person einmal Fleisch in Bouillon, das andere Mal Fleisch zusammen mit weichgekochtem Reis in

[1]) Joh. Müller, Über den Einfluss der Mischung der Mahrungsstoffe auf ihre Verdaulichkeit. Verhandl. der Phys.-Med. Gesellsch. zu Würzburg. N. F. Bd. XXXV.

Bouillon verabreicht wurde. Die nach der *Müller*'schen Methode vorgenommene Analyse ergab, dass sich der Procentgehalt gelösten Eiweisses in der That erhöht fand, wenn dem Fleische kleine Mengen Reis (20—50 g) beigegeben waren.

Nunmehr lag es nahe, die Wechselwirkung zwischen Kohlehydrat- und Eiweissverdauung auch im umgekehrten Sinne zu prüfen. Die Untersuchung gerade dieser Frage beansprucht nicht nur ein theoretisches Interesse, sondern ist mit Rücksicht auf den hohen Wert einer umfangreichen Amyloyse im menschlichen Magen auch von erheblicher praktischer Bedeutung sowohl in hygienischer wie therapeutischer Hinsicht.

Bisher lagen keinerlei Untersuchungen über diesen Gegenstand vor.

Das Verfahren, das wir einschlugen, bestand darin, dass an gesunden Personen an zwei aufeinanderfolgenden Tagen Doppelversuche angestellt wurden. Am ersten Tage verabreichten wir das *Ewald-Boas*'sche Probefrühstück, bestehend aus zwei Weissbrotsemmeln und zwei Tassen ungezuckerten Thee's. Am zweiten Tage wurden hierzu 30 g fettfreies Rindfleisch hinzugefügt, das mit Wasser und etwas Salz in gewöhnlicher Weise küchenmässig zubereitet war. Das Fleisch wurde bald in fein gehackter Form gegeben, bald liessen wir es von der Versuchsperson selbst mit Gabel und Messer ebenfalls fein zerschneiden.

Es war nun darauf zu achten, dass die correspondierenden Versuche unter genau denselben Bedingungen stattfanden. Daher musste zunächst eine möglichst gleiche Kaudauer innegehalten werden. Einmal nämlich hängt die Verdaulichkeit der Speisen wesentlich von dem Zerkleinerungsgrade ab, wie die Versuche von *K. B. Leh-*

mann[1]) gezeigt haben. Fernerhin wird durch die mehr oder weniger intensive Art des Kauens gerade der amylolytische Process sehr bedeutend beeinflusst, was *Müller-Dauber*[2]) experimentell nachgewiesen haben. Mit Rücksicht darauf nun, dass es sich bei den Brot-Fleisch-versuchen um eine grössere Portion handelte, musste sich bei ihnen die Kaudauer etwas (durchschnittlich um ca. 4 Minuten) verlängern. Denn das Kauen des Brotes durfte bei dem zweiten Versuche in keiner Weise vernachlässigt werden.

Weiter war zu berücksichtigen, dass die Speisen bei den entsprechenden Versuchen eine gleiche Verweildauer im Magen hatten. Es musste daher nach beendigtem Probefrühstück beide Male bis zur Expression die gleiche Zeit abgewartet werden.

Wir legten ferner Wert darauf, die Parallelversuche zu denselben Tageszeiten vorzunehmen und nach jeder Hinsicht, soweit sich dies bei dem uns zur Verfügung stehenden Versuchsmaterial durchführen liess, so einzurichten, dass an beiden Tagen der gleiche Funktionszustand des Magens vorausgesetzt werden durfte. Hierüber waren wir natürlich am sichersten, wenn wir das Frühstück auf nüchternen Magen geben konnten. Denn nach den *Pawlow*'schen[3]) Untersuchungen über die chemischen Erreger der Magendrüsen stellen die bei der letzten Verdauung gebildeten Verdauungsprodukte ein chemisches Agens dar, das erst mehrere Stunden nach Genuss der Speise wirksam wird und dann die Saft-

[1]) K. B. Lehmann, Über die Bedeutung der Zerkleinerung und des Kochens der Speisen für die Verdauung. Arch. für Hygiene, Bd. XLIII.

[2]) J. Müller, vgl. pag. 6, Anm. 1.
Dauber, l. c.

[3]) Pawlow, l. c.

sekretion bei erneuter Zufuhr von Speisen wesentlich alteriert. In den wenigen Fällen, wo die Versuchsperson am ersten Versuchstage vor dem Probefrühstück bereits etwas genossen hatte, wurde ihr daher angegeben, am zweiten Tage genau so viel vorher zu essen, an beiden Tagen wurde dann eine gleichlange Pause von 3—5 Stunden bis zum Beginn des Probefrühstücks abgewartet.

Zur Bestimmung des Umfangs der Amylolyse diente uns die von *Johannes Müller*[1]) angegebene und bereits mit Erfolg angewandte Methode. Das Verfahren beruht darauf, dass in dem ausgeheberten Mageninhalt die gelösten Kohlehydrate von den ungelösten getrennt und beide gesondert analysiert werden. Auf diese Weise stellt man den Lösungsgrad der exprimierten Massen fest. Aus diesem darf man auf die Lösung der Gesamtmasse der genossenen Kohlehydrate schliessen, wobei man nicht die absolute Grösse, wohl aber das Minimum der stattgehabten Kohlehydratverdauung zu finden imstande ist.

Im einzelnen verfuhren wir ungefähr in der gleichen Weise wie *H. Dauber*[2]) bei seinen Untersuchungen über den Umfang der Stärkeverdauung. Nur wurden mit Rücksicht auf den erhöhten Eiweissgehalt, den das beim Brot-Fleischversuch verabreichte Frühstück aufwies, einige Modificationen notwendig.

Da wir die durch Inversion in Dextrose übergeführten Kohlehydrate ausschliesslich durch Polarisation bestimmten, mussten wir, um die Wirkung der die Ebene des polarisierten Lichtes nach links drehenden Eiweissstoffe auszuschliessen, diese aus der Zuckerlösung aus-

[1]) J. Müller, vgl. pag. 6., Anm. 1.
[2]) H. Dauber, l. c.

fällen, und zwar sowohl bei den Brot- wie bei den Brot-Fleischversuchen. Ein Versuch, zur Fällung des Eiweisses die Gerbsäure zu benutzen, schlug fehl, da sich herausstellte, dass diese selbst eine Rechtsdrehung ausübt und zwar in 2 %iger Lösung in etwas stärkerer Weise als eine Zuckerlösung von derselben Concentration. Wir wandten danach die Phosphorwolframsäure an. Von dieser liess sich feststellen, dass sie vollkommen optisch inaktiv ist.

Hatten wir somit ein geeignetes Fällungsmittel gefunden, so musste an die Möglichkeit gedacht werden, dass in Folge des durch die Eiweissfällung erzeugten Niederschlages die Genauigkeit der Zuckerbestimmung etwa beeinträchtigt würde. Zur Prüfung dieser Frage wurde eine bestimmte Quantität einer Zuckerlösung von bekanntem Procentgehalt mit einigen Tropfen einer Lösung von schwefelsaurer Magnesia und etwas neutralem Bleiacetat versetzt. Nach Bildung eines dicken Niederschlages wurde Aqua destillata bis auf ein gewisses Volumen zugefüllt, dann wurde filtriert und polarisiert. Das Resultat war dasselbe, wie bei gleichstarker Verdünnung der gleichen Zuckerlösung mittelst Aqua destillata, wobei ein Niederschlag nicht erzeugt worden war.

Unter Berücksichtigung der angeführten Momente gestaltete sich das Verfahren kurz folgendermassen:

Die Versuchspersonen, gesunde, kräftige, meist auf der Wanderung befindliche Handwerksburschen erhielten morgens das angegebene Probefrühstück. Nach wechselnden Zeiten wurde mittels Schlundrohrs ein Theil des Mageninhalts exprimiert. Wir benutzten hierzu die grösste existierende Sondennummer. (Jaques Patent No. 24), deren Fenster noch besonders erweitert war. Dies erwies sich als notwendig, weil bei der verhältnismässig

kurzen Verweildauer der Speisen im Magen naturgemäss ein grosser Theil unverdauten Fleisches die Sonde zu passieren hatte. Ein Theil des gut durchgerührten Chymus wurde zur Aciditätsbestimmung und zur Jodreaction verwandt, der andere Theil, dem zur Aufhebung einer weiteren Ptyalinwirkung etwas officinelle Salzsäure zugesetzt wurde, diente zur Analyse. Die Trennung der gelösten Kohlehydrate von den ungelösten bei einem etwa 30 ccm betragenden Quantum vollzogen wir durch Sedimentierung auf der Centrifuge verbunden mit Filtration. Letztere erschien doch noch notwendig, obschon dadurch die Versuchsdauer trotz Benutzung von Faltenfiltern sich um mehrere Stunden verlängerte. Es wurde nun einerseits das Filtrat andererseits der ungelöst gebliebene Rückstand einschl. des Filterrückstandes auf stets 100 ccm aufgefüllt, nachdem zuvor soviel Salzsäure zugesetzt war, dass eine 2 %ige Lösung entstand. Nach zweistündigem Erhitzen im Kochsalzbade bei 108—110 ° wozu Druckkölbchen benutzt wurden, waren dann sämtliche Kohlehydrate in Dextrose übergeführt. Von dem invertierten und filtrierten Kölbcheninhalt wurden darauf mittels einer Messpipette 20 ccm entnommen, hierzu zum Zwecke der Eiweissfällung 5 ccm Phosphorwolframsäure hinzugefügt (soviel erwies sich als ausreichend zur vollständigen Eiweissfällung) und concentrierte Kochsalzlösung bis auf 30 ccm aufgefüllt, was in Messkölbchen geschah. Nachdem die Mischung filtriert war, konnte nunmehr der Dextrosegehalt im Halbschattenapparat bestimmt werden. Die verwandten Resultate stellen das Mittel aus mehreren Ablesungen dar. Nach dem Verhältnis der gelösten zu den ungelösten Kohlehydraten wurde der Procentgehalt der im Magen gelösten, also verdauten Kohlehydrate berechnet.

In allen Fällen wurden Doppelbestimmungen ausgeführt. Zum Teil deckten sich die bei beiden erhaltenen Zahlenwerte vollkommen. Dort wo Differenzen entstanden, wurde das arithmetische Mittel gewählt.

Regelmässig wurde ferner ausser der Jodprobe den Säureverhältnissen Beachtung geschenkt. Als Indicator für die Gesamtacidität diente Lakmus und Phenolphthalein. Die Reaction auf freie Salzsäure wurde mittels Congopapier oder Günzburg'schem Reagenz angestellt. Fiel die Probe negativ aus, so wurde das Salzsäure-Defizit mit Günzburg als Indikator bestimmt, wobei $^1/_{10}$ N.NaOH zur Titrierung benutzt wurde. Die Ergebnisse unserer Untersuchungen finden sich in nachfolgender Tabelle I wiedergegeben:

Tabelle I.

Versuchs-Nummer	a) Brot allein						b) Brot + Fleisch						Verweildauer der Speisen im Magen	Bemerkungen
	Name	Acidität Indik. Lakm.	Acidität Indik. Phen.	Freie HCl	HCl-Deficit	Jod — Reaction	Procent gelöste Kohlehydrate	Acidität Indik. Lakm.	Acidität Indik. Phen.	Freie HCl	HCl-Deficit	Jod — Reaction	Procent gelöste Kohlehydrate		
														Min.	
1.	Völkel	?	?	?	?	intensiv rotbraun	56	?	?	?	?	?	64	15	
2.	Ball	48	52	+	—	rotbraun	56	22	32	—	24	—	72	15	
3.	Ball	66	68	+	—	blau	60	44	58	—	21	rotbraun	66	30	
4.	Heszler	12	16	—	21	—	67	6	10	—	58	—	89	10	
5.	Teuschel	28	32	—	26	blaurot	64	30	34	—	36	rotbraun	80	20	
6.	Schramm	46	58	+	—	rotbraun	51	40	54	—	76	—	72	50	
7.	Strohte	22	32	+	—	rotbraun	56	18	28	+	—	—	74	33	
	Im Mittel	37	43				59	27	36				74		
8.	Rudolphie	10	18	—	?	—	77	8	14	—	?	—	75	35	Subacidität
9.	Rudolphie	2	10	—	?	—	81	1	4	—	?	—	79	10	Subacidität
10.	Maukner	50	56	20	—	blau	62	52	72	18	—	blau	62	12	Hyperacidität.

Aus der Versuchsserie geht deutlich hervor, dass die Verdauung der Kohlehydrate im menschlichen Magen durch Zufuhr von Eiweissstoffen wesentlich begünstigt wird. Berücksichtigen wir zunächst nur diejenigen Resultate, die an Leuten mit normaler Magensaftsekretion gewonnen wurden, so ergiebt sich folgender Unterschied:

Im Mittel betrug die Kohlehydratlösung

a) für Brot allein 59 %

b) für Brot + Fleisch 74 %

Die Amylolyse wurde also durchschnittlich um 15 % erhöht.

Diese Begünstigung der Kohlehydratlösung durch gleichzeitig genossenes Fleisch ist während der ganzen Dauer des im Magen sich abspielenden amylolytischen Prozesses zu beobachten. Dadurch dass wir die Zeit von der Beendigung der Mahlzeit bis zur Expression variierten, konnten wir uns hierüber Auskunft verschaffen. In den *Müller-Dauber*'schen Versuchen hatten sich grosse Schwankungen in der Kohlehydrahtlösung bemerkbar gemacht. Es fiel die constante Erscheinung auf, dass der Procentsatz an gelösten Kohlehydraten um so kleiner wird, je später exprimiert wird und dass die höchsten Werte schon sehr bald, spätestens 15 Minuten nach Verabreichung des Frühstückes erhalten werden. Dies Verhalten beruht nur zum allergeringsten Teil auf Resorption der gelösten Massen, denn das Aufsaugungsvermögen des Magens ist selbst für den diffusiblen Traubenzucker nach v. *Mering* u. a. [1]) gering. Der Grund ist vielmehr hauptsächlich darin zu suchen, dass

[1]) v. Mering, Verh. des XII. Congr. für Inn. Mediz., 1893. Moritz ibidem.

der Magen die eigentümliche Fähigkeit besitzt [1]), die gelösten Substanzen weit schneller in den Darm zu schaffen als die ungelösten; die letzteren behält er so lange zurück, bis sie einer weiteren Lösung nicht mehr fähig sind. Dadurch wird natürlich das Verhältnis der gelösten zu den ungelösten Kohlehydraten im Magen zu Ungunsten der ersteren sehr bald nach dem Hinabschlucken des Brotes und zwar in zunehmendem Maasse verändert. Wenn wir aus dem bei der Analyse des exprimierten Chymus gefundenen Lösungsgrad auf den der Gesamtmasse der genossenen Kohlehydrate schliessen wollen, so dürfen daher nur die Zahlen Wert beanspruchen, die bei einer gleich nach erreichtem Maximum der Stärkeverdauung vorgenommenen Expression, d. h. etwa nach 15 Minuten, gewonnen sind, bevor eine erhebliche Quantität gelöster Substanzen in den Darm abgeführt worden ist. Die bei späterer Expression gefundenen Zahlen haben dagegen die Bedeutung, dass durch erhöhte Eiweisszufuhr die Intensität der Ptyalinwirksamkeit auch in den späteren Stadien der Magenverdauung gesteigert gefunden wird, somit der Process der Amylolyse wahrscheinlich bei Fleischzulage längere Zeit hindurch auf der Höhe bleibt als ohne Fleisch.

Zur Illustrierung dieser Verhältnisse diene folgende tabellarische Uebersicht, in welcher die Versuche nach der Höhe der Verweildauer, welche die Speisen im Magen hatten, angeordnet sind.

[1]) Vgl. Müller, pag. 6, Anm. 1, dort auch Litteraturangaben.

Tabelle II.

Vers.-No.	Proc. gelöster Kohlehydrate		Differenz des Lösungsgrades	Aufenthalt der Speisen im Magen
	Brot	Brot + Fleisch		
				Minuten
4.	67	89	22	10
1.	56	64	8	15
2.	56	72	16	15
5.	64	80	16	20
3.	60	66	6	30
7.	56	74	18	33
6.	51	72	21	50

Von besonderem Interesse sind die Versuche 7 und 6. Bei dem ersteren, wo die Expression nach 33 Minuten vorgenommen wurde, ergab sich eine Erhöhung der Kohlehydratlösung um 18 Procent, bei letzterem, wo erst nach 50 Minuten exprimiert wurde, betrug die Differenz 21 % — die zweithöchste von uns erhaltene Zahl.

Fragen wir nun nach dem Grunde, warum durch die Zugabe von Fleisch eine so wesentliche Verbesserung der Stärkeverdaunng im Magen erzielt wird, so giebt uns hierfür die Betrachtung der Aciditätsverhältnisse einen Fingerzeig. Liess sich bei den Brotversuchen bereits freie Salzsäure in dem Verdauungsgemisch nachweisen, so fiel die Probe bei den Brot-Fleischversuchen in allen Fällen negativ aus. Wir konnten das Auftreten der freien Salzsäure nach Verabreichung des *Ewald-Boas*'schen Probefrühstückes frühestens beobachten, wenn wir 30 Minuten bis zur Expression gewartet hatten. Diese Zahl stimmt mit *Gamgee*'s [1]) Angabe überein, wonach wenigstens 20 Minuten oder eine halbe Stunde vergehen müssen, ehe der Mageninhalt eine nachweisbare Menge freier Salzsäure enthält.

[1]) Gamgee, l. c.

Das Verschwinden der freien Salzsäure bei Zugabe von Fleisch kann nur dadurch erklärt werden, dass die Eiweissstoffe mit der freien Salzsäure eine chemische Verbindung eingehen. Die so entstandenen Acidalbumosen bilden bekanntlich für die Ptyalinwirkung ein weit schwächeres Hemmnis als die freie Salzsäure, wie oben bereits kurz erwähnt. Nach den Angaben von *Ewald* und *Boas* [1]) u. A. soll die Anwesenheit „saurer Verbindungen" im Gegensatz zur freien Mineralsäure die Stärkeverdauung in gewissen Grenzen sogar fördern.

Entspricht die durch Säureeiweissverbindung bedingte saure Reaktion der von 0,05—0,13 % freie Salzsäure, so wird die Ptyalinwirkung derartig abgeschwächt, dass die Bildung von Dextrose und Maltose gehemmt wird, noch nicht aber jene des Amidulin und der Dextrine [2]). Erst wenn ein Aciditätsgrad von 0,13 % Salzsäure überschritten wird, kann eine weitere Amyloyse überhaupt nicht mehr stattfinden. Bei einer eiweissreichen Nahrung beginnt aber das Auftreten der freien Salzsäure, wie vielfach erwiesen ist, keineswegs vor der 2.—4. Stunde. Wir folgern also, dass die Eiweisskörper durch Bindung der Säure das Ptyalin schützen und dadurch eine Besserung der Amylolyse hervorrufen. Aehnlich haben sich auch *Chittenden* [3]) und *A. Meyer* [4]) geäussert.

Im Hinblick auf die Affinität der Eiweissstoffe zu der Salzsäure ist es erklärlich, dass dort, wo wir bereits

[1]) Ewald und Boas, Virch. Arch. CIV (104).

[2]) Weinstein, l. c.

[3]) Chittenden und Smith, Die diastatische Wirkung des Speichels bei verschiedenen Bedingungen.
Maly's Jahresber. Bd. XV., 1885.

[4]) A. Meyer, Arch. für Verdauungskrankheiten, Bd. 6.

bei den Brotversuchen keine freie Salzsäure im Chymus nachweisen konnten, das Salzsäuredefizit sich nach Zugabe von Fleisch erhöhte (vergl. Tab. I Vers. 4 und 5). In Vers. 4, wo sich die Amylolyse um ein Drittel gesteigert fand, war das HCl-Defizit von 21 auf 58 angewachsen. Es ist unzweifelhaft, dass die Zunahme des HCl-Defizits einen die Amylolyse begünstigenden Factor darstellt.

Eine weitere auffallende Thatsache, die wir aus obiger Tabelle entnehmen können, ist die Herabsetzung des Wertes für die Gesamtacidität, die sich mit Ausnahme eines Falles stets bei den Brot - Fleischversuchen konstatieren liess und bei Benutzung sowohl des Lakmuspapiers wie des Phenolphthaleins gefunden wurde. Im ersteren Falle ging die erhaltene Durchschnittszahl von 37 auf 27 herunter, im letzteren von 43 auf 36.

Diese bei Zugabe von Eiweissstoffen beobachtete Herabsetzung der Acidität gehört ebenfalls fraglos zu jenen Momenten, die für eine Begünstigung der Amylolyse in Betracht kommen.

Was nun die in Tabelle I zuletzt angeführten Versuche betrifft, so bieten sich uns hier unterschiedliche Verhältnisse dar. Ueber den für die Versuche 8 und 9 benutzten Rudolphie ist folgendes mitzuteilen: Er ist 39 Jahre alt, Schneider. R. giebt an, vollkommen beschwerdenfrei zu sein und kann über Appetitlosigkeit nicht klagen. Die Aufnahme des Status ergiebt: auffallende Magerkeit, aber keinerlei Krankheitssymptome, speciell am Abdomen keine palpablen Veränderungen. Bei mehrfach verabreichten Probefrühstücken zeigt der Magen herabgesetzte Säuresecretion. Freie HCl liess sich nie nachweissen. Diagnose: Subaciditas, wahr-

scheinlich als Folge chronischer Gastritis; für Carcinom liegen keine sicheren Anhaltspunkte vor.

Bei keiner Magenaffection findet bekanntlich eine so gute Kohlehydratverdauung statt wie bei den verschiedenen Formen der Subacidität. Es war daher a priori anzunehmen, dass sich die Amylolyse durch Zugabe von Fleisch in diesem Falle nicht mehr wesentlich bessern würde. In der That ergaben unsere Parallelversuche bei Rudolphie ungefähr die gleichen Werte. Dass die Zahlen bei den Brot-Fleischversuchen sogar etwas kleiner wurden, obwohl die Säureverhältnisse sich deutlich im Sinne der anderen Versuche geändert hatten, findet seine Erklärung in der hier stets sehr erschwerten Expression. Wir wissen ja, dass infolge der Einbusse, welche die proteolytische Function des Magens bei der Subacidität erleidet, das aus Kleber bestehende Gerüstwerk des Gebäckes im Magen unverändert bleibt. So erklärt es sich, dass für die Expression difficile Verhältnisse geschaffen werden, da die noch in Klumpen zusammenhängenden Brotreste schwer in demselben Verhältnis zur Flüssigkeit durch die Sonde entleert werden, wie es im Magen besteht.

Im Hinblick auf den soeben erörterten Fall war es von Interesse zu erfahren, in welcher Weise bei dem entgegengesetzten Krankheitsbilde, der Hyperacidität, die unter normalen Secretionsbedingungen sich kundgebenden Beziehungen modificiert werden. Bei der Hyperacidität erleidet die Amylolyse durch die Beeinträchtigung der Ptyalinwirkung erklärliche Einbusse. Der Grad der Störung des amylolytischen Processes ist in den einzelnen Fällen allerdings verschieden. Zahlreiche Untersuchungen am Krankenbett haben gezeigt, dass man bei diätotherapeutischen Massnahmen mit der Ver-

abreichung von Amylaceen nicht allzu ängstlich umzugehen braucht. So sagt *v. Sohlern* bezüglich der diätetischen Therapie bei Superacidität: „Ich kann auf Grund einer fast vierjährigen Erfahrung die Durchführbarkeit und Nützlichkeit einer ausgiebigen Amylumverköstigung versichern.“ Hierüber brauchen wir uns nicht zu wundern. Auch unsere Versuche, (vergl. Tab. I Vers. 2, 3, 6) haben die mehrfach beobachtete Thatsache bestätigt, dass auch in Fällen mit reichlicher Säureproduktion, wie bereits eingangs erwähnt, eine weitgehende Stärkelösung statthaben kann. Nach *Müller* kommt es weniger auf die absolute Säuremenge an als auf die Schnelligkeit, mit der ein die Ptyalinwirkung schädigender Säuregrad erreicht wird. *H. Strauss* spricht treffend von einer „Secretio celer et alta“.

Spielt demnach der amylolytische Process auch in dem hyperaciden Magen keine untergeordnete Rolle, so müssen wir bei der Frage nach der Beeinflussung desselben durch vermehrte Zufuhr von Eiweissstoffen wieder in erster Linie die veränderten Säureverhältnisse berücksichtigen, die wie wir vorher gesehen haben, von entscheidender Bedeutung sind. Die Beobachtungen, die über den Einfluss der verschiedenen Nahrung auf die Acidität gemacht worden sind, haben zu dem übereinstimmenden Ergebnis geführt, dass die Gesamtacidität bei Benutzung der Kohlehydrate eine geringere, die Menge der freien Salzsäure aber eine relativ grössere ist als bei Benutzung einer eiweissreichen Nahrung. So sicher diese Erkenntnis ist, so auseinandergehend sind die therapeutischen Indikationen, die aus ihnen je nach der verschiedenen Präcisierung der Fragestellung abgeleitet werden. Die eine Gruppe der Autoren, die das Verhalten der Gesamtacidität zu Grunde legt, fordert als Indicatio morbi eine

möglichste Einschränkung der Eiweissstoffe in der Nahrung, weil dadurch ein geringerer Reiz auf die salzsäuresecretorischen Vorgänge ausgeübt würde. Am entschiedensten wird die vegetarische Tendenz in der Behandlung der Hyperacidität von *Jürgensen* [1]) vertreten. Die andere Gruppe, zu deren Vertretern vorzugsweise *Riegel* [2]) gehört, empfiehlt als Indicatio symptomatica die animalische Kost, weil bei ihr durch stärkere Bindung der producierten Salzsäure die Menge der freien Salzsäure sich verringert.

Eine Orientierung über diese Verhältnisse ermöglichte uns der an Maukner vorgenommene Versuch 10 (vergl. Tab I).

Maukner, ein 38jähriger Mann, hatte im Verlauf der letzten 15 Jahre mehrfach abundante Hämatemesis neben anderen für Ulcus ventriculi sprechenden Beschwerden. Er stand deswegen längere Zeit in Behaudlung, erst im Kgl. Juliusspital, dann in der Privatklinik des Herrn Prof. Dr. Müller. Seit 8—10 Jahren machten sich die Erscheinungen einer Magendehnung bemerkbar. Es besteht häufiges Erbrechen voluminöser Massen. Das Erbrochene ist stark sauer und enthält viel freie HCl. In der letzten Zeit sind die Erscheinungen zurückgegangen und hat sich auch der Ernährungszustand soweit gebessert, dass Patient eine leichtere Arbeit als Mechaniker gut versehen kann. Die Magenaufblähung hatte wiederholt starke Gastrectasie ergeben. Diagnose: Narbenstenose am Pylorus nach Ulcus ventriculi, secundäre Gastrectasie mit Hyperacidität.

---

[1]) Jürgensen, Archiv für Verdauungskrankheiten, Bd. 3.

[2]) Vgl. die in der Riegel'schen Klinik entstandene Arbeit von Metzger und Sörensen. Münch. med. Wochenschr., 1898, No. 36.

Die Resultate, die wir beim Versuche Maukner erhielten, überraschten uns anfangs. Vergleicht man die Werte, die den Procentgehalt an gelöster Stärke in den Parallelversuchen ausdrücken, so ergeben sich keine Unterschiede. Dagegen erkennt man bei Betrachtung der Aciditätsverhältnisse Differenzen, die vollkommen mit den oben mitgeteilten Beobachtungen der Autoren übereinstimmen. Bei Zugabe von Fleisch war die Gesamtacidität von 50 auf 52 gestiegen, der Gehalt an freier Salzsäure von 20 auf 18 gesunken. Da aus unseren früheren Ausführungen hervorgeht, dass beide Factoren, sowohl die Höhe der Gesamtacidität wie die der freien Salzsäure für die Amyloyse von Bedeutung sind, so können wir uns über das bei Maukner gewonnene Ergebnis nicht mehr wundern. Auffallend ist die Thatsache, dass wir bei Benutzung des Phenolphthaleins viel höhere Werte für die Gesamtacidität fanden als bei der Lakmusprobe (s. Tab. I). Da wir durchweg beide Proben anstellten, konnten wir uns schon bei den früheren Versuchen davon überzeugen, dass nach Zugabe von Fleisch die Differenzen zwischen den beiden Werten grösser wurden. Besonders gross gestaltete sich der Unterschied in den Fällen, wo ein höherer Aciditätsgrad vorlag.

Das Verhältnis ist aus folgender Tabelle deutlicher zu ersehen:

Tab. III.

Versuchs-No.	Brot			Brot + Fleisch			Zunahme der Differenz
	Acidität		Differenz zwischen L. u. Ph.-Probe	Acidität		Differenz zwischen L. u. Ph.-Probe	
	L.	Ph.		L.	Ph.		
9	2	10	8	1	4	3	—5
8	10	18	8	8	14	6	—2
4	12	16	4	6	10	4	0
7	22	32	10	18	28	10	0
5	28	32	4	30	34	4	0
6	46	58	12	40	54	14	2
2	48	52	4	22	32	10	6
3	66	68	2	44	58	14	12
10	50	56	6	52	72	20	14

Man erkennt, wie der Unterschied in den Differenzen zwischen Lakmus- und Phenolphthaleinprobe bei Brot- und Brot - Fleischversuchen (s. letzte Columne) mit steigender Acidität immer grösser wird. Im Falle der Subacidität war eine Abnahme von —5, bei der Hyperacidität eine Zunahme der Differenz um + 14 zu constatieren.

Die Erklärung für dieses verschiedene indikatorische Verhalten von Lakmus und Phenolphthalein ist nach *J. Müller* darin zu suchen, dass die Eiweissstoffe imstande sind, Alkali in ähnlicher Weise wie Säuren zu binden und dass Phenolphthalein erst das wirklich freie Alkali angibt und nicht das von Eiweiss gebundene, welch letzteres aber auf Lakmus reagiert. Aus diesem Grunde fallen bei eiweissreicher Mahlzeit die Unterschiede der mit Lakmus und Phenolphthalein gewonnenen Resultate viel bedeutender aus als bei eiweissarmer Kost. Wir gelangen somit zu dem Schlusse, dass die Steigerung der Gesamtacidität bei eiweissreicher Nahrung keine so erhebliche ist wie vielfach angenommen wird. Dass in-

dessen eine solche, aber viel geringere, stattfindet und aus anderen, zur Zeit noch unbekannten Momenten erklärt werden muss, hat auch unser Versuch bewiesen (s. Lakmusprobe). Dieses Ergebnis bestimmt uns also, denjenigen Autoren beizupflichten, die für die Behandlung der Hyperacidität das Verhalten der freien Salzsäure zu Grunde legen.

Der Einwand könnte erhoben werden, dass die von uns bei den früheren Versuchen beobachtete Abnahme der Gesamtacidität auf Zugabe von Fleisch im Widerspruch steht zu den mitgeteilten Angaben der Autoren und zum Falle Maukner, wo sich die Acidität erhöht fand. Auch *Pawlow's* [1]) Untersuchungen erstrecken sich auf diesen Gegenstand. Er wies nach, dass sowie die Saftmenge und die Verdauungskraft des Saftes auch die Gesamtacidität je nach der Art der Speise variirt; für Fleisch wurden die höchsten, für Brot die niedrigsten Werte gefunden. Gegenüber diesen nicht zu leugnenden Thatsachen ist zu betonen, dass die Versuchsanordnung bei uns eine ganz andere war, als sie *Pawlow* und die anderen Autoren anwandten. Diese verglichen die Verhältnisse bei amylaceenreicher Nahrung mit denen bei reiner Eiweissmahlzeit, wir hingegen fügten zu der am ersten Tage benutzten kohlehydrathaltigen Kost zur Erhöhung des Eiweissgehaltes Fleisch hinzu. Dadurch werden natürlich ganz andere chemische Verhältnisse geschaffen.

Ueberblicken wir die Ergebnisse, zu denen unsere Untersuchungen geführt haben, so kommen wir zu dem Schlusse, dass durch die Zuführung von Eiweissstoffen sowohl die Intensität des amy-

[1]) Pawlow, l. c.

lolytischen Processes wie dessen Dauer derartig erhöht wird, dass für den Pankreassaft in diesem Falle kaum mehr ungelöste Stärke zur Ueberführung in gelöste übrig bleibt.

Aus der auffallenden Begünstigung, die sich für die Verdaulichkeit der Kohlehydrate bei Mischung derselben mit Eiweissstoffen herausgestellt hat, dürfen wir einige praktische Schlüsse ziehen.

Eine einseitige Ernährung ist von jeher von physiologisch Denkenden als Uebel aufgefasst worden. Nur wenn curative Wirkungen ausgeübt werden sollen*), wie bei der Diabetesbehandlung oder der Behandlung der Fettsucht, erweist es sich als notwendig von jenen Gesetzen abzuweichen, welche eine bestimmte Mischung der Nahrungsbestandteile vorschreiben. Niemals aber hat die Bevorzugung eines einzigen Nahrungsmittels zu derartigen Extravaganzen geführt, wie bei der vegetarischen Diät, d. h. der ausschliesslichen Pflanzennahrung.

Der Vegetarier sieht den hauptsächlichsten Vorzug seiner Nahrung in der Beschränkung des Eiweissgehaltes desselben auf ein möglichstes Minimum, wofür durch Vermehrung der Kohlehydrate ein Ausgleich geschaffen wird. Es ist nun allerdings bekannt, dass diejenige Eiweissmenge, die der Altmeister der Physiologie *Carl von Voit* seinerzeit als Durchschnittszahl für einen erwachsenen arbeitenden Menschen aufgestellt hat, zu hoch gegriffen ist. Das haben die Nachprüfungen von *Pflüger, Bohland* und anderen mit Sicherheit ergeben,

*) Dies gilt auch von der vegetarischen Diät, für deren Anwendung bei Kranken eine genaue Feststellung der speciellen Indikationen in dem kürzlich erschienenen Buche von Albu sich vorfindet.

und *J. Munk* äussert sich dahin: „die *Voit*'schen ermüdend oft wiederholten Zahlen 118—56—500 wären ein Dogma, welches sehr weit entfernt ist, wissenschaftlich sicher begründet zu sein.“ Im besonderen lehren Stoffwechseluntersuchungen, die an Leuten mit vegetarischer Lebensweise vorgenommen wurden, dass es möglich ist, bei einer Eiweisszufuhr, welche kaum die Hälfte der früher als notwendig anerkannten Grenze beträgt, den Eiweissstoffwechsel und das Körpergewicht auf der Norm zu erhalten. Im Durchschnitt sind die *Voit*'schen Zahlen für den Eiweissbedarf des Menschen um 20—30 % zu verkleinern.

Obwohl demnach eine Nahrung mit einem Eiweissminimum wie es die vegetarische Kost meist enthält, als ausreichend anzusehen ist, so ist die Frage aufzuwerfen, ob sie denn auch empfehlenswert ist, ob die Beschränkung des Eiweissgehaltes dem Organismus irgend welche Vorteile bietet, oder ob sie nicht viel mehr als irrationell zu verwerfen ist. Die Vorteile der vegetarischen Diät, die von den Vegetariern mit Emphase gerühmt, werden, kommen, wie *Albu* [1]) nachweist, weder für die Ernährung des gesunden Menschen noch für seine körperliche Leistungsfähigkeit in Betracht. Auf die Nachteile des Vegetarismus hingegen werfen die Ergebnisse unserer Untersuchungen ein helles Licht. Wenn die Verdauung der Kohlehydrate im menschlichen Magen durch Zugabe von Eiweissstoffen erheblich verbessert wird, wie unsere Versuche bewiesen haben, so ist es in der That verkehrt und unphysiologisch, den Eiweissgehalt der Nahrung, noch dazu ohne zwingenden Grund, zu reducieren.

---

[1]) Albu, Die vegetarische Diät, Leipzig 1902.

Es könnte eingewendet werden, dass bei Anerkennung dieser Thatsachen im Endeffekt des Verdauungsvorganges sich nichts zu ändern braucht, weil der Darmkanal die Leistungen übernimmt, die der Magen unerfüllt lässt.

Nun aber ist einer gerade im menschlichen Magen vor sich gehenden möglichst umfangreichen Amylolyse ein hoher Wert beizumessen, was bereits *Joh. Müller* mit Betonnng des hygienischen Momentes dargelegt hat. Denn durch eine rasche und umfangreiche Amylolyse werden die Ansprüche an die motorische Funktion des Magens bedeutend herabgesetzt. Natürlich hat der Magen viel leichtere Arbeit, wenn er flüssigen Inhalt in den Darm weiterzugeben hat, als wenn er die voluminöse vegetabilische Kost in Breiform in das Duodenum befördern müsste, zu welchem Zwecke Magen und Duodenum ein erhebliches Aufgebot an Muskelkraft zu stellen hätten.

Ein weiterer Grund, der uns die Schätzung des amylolytischen Prozesses nahelegt, liegt darin, dass durch die umfangreiche Lösung der Stärke das im Brot und in anderen Vegetabilien enthaltene Eiweiss den Verdauungssäften besser zugänglich gemacht und dass dadurch auch die Proteolyse im Magen begünstigt wird, ein Faktor, der ebenfalls die oben geschilderte hygienische Bedeutung beanspruchen darf.

So sehen wir, dass die Prozesse der Amylolyse und Proteolyse im Magen eng miteinander verbunden sind. Was ärztliche Empirie und gesunder Laienverstand von jeher als richtig anerkannt haben, dafür liefern diese Versuche eine wissenschaftliche Grundlage:

Wir empfehlen daher eine passend gemischte Nahrung und verwerfen die vegetarische Diät für Gesunde.

In therapeutischer Hinsicht wäre die Beobachtung zu verwerten, dass die Gesamtacidität nach Zulage einer mässigen Fleischportion zu einer amylumreichen Kost (Brot) meist herunterging. Dieses Faktum gibt uns für die Diätbehandlung der Hyperacidität die Berechtigung, durch gleichzeitige vermehrte Zufuhr von Eiweissstoffen eine reichlichere Darreichung von Amylaceen zu ermöglichen.

Noch eine Frage sei aufgeworfen, die mit der bei unseren Versuchen innegehaltenen Kaudauer im Zusammenhang steht. Wie wir oben ausführten, sahen wir uns veranlasst, bei den Brot-Fleischversuchen wegen der vermehrten Portion die Kaudauer etwas zu verlängern. Es dürfte nun die Frage entstehen, ob nicht die durch das verlängerte Kauen bedingte Vermehrung der Speichelsekretion den Kohlehydraten zu gute kommt und somit ihrerseits die Besserung der Amylolyse mit zu Wege bringt. Mit Rücksicht auf die *Pawlow*schen[1]) Untersuchungen glauben wir hierauf eine verneinende Antwort geben zu dürfen. Für die Bauchspeicheldrüse und die Labdrüsen hat *Pawlow* den Beweis erbracht, dass das Verhalten der Fermente für jede Nahrung charakteristisch ist. Es lassen sich die mannigfaltigsten Verhältnisse zwischen dem Wassergehalt des Saftes und seinem Fermentreichtum feststellen. „Die Arbeit der Verdauungsdrüsen ist ungemein kompliziert und elastisch, dabei erstaunlich genau und auch zweckdienlich.“ Was für die genannten Verdauungsdrüsen bewiesen ist, glauben wir

[1]) Pawlow, l. c.

auch auf die Speicheldrüsen ausdehnen zu dürfen. Wenn *Pawlow* auch vor dem unberechtigten Analogisieren der abdominalen und der Speicheldrüsen warnt, so liegt doch die Annahme nahe, dass auch der Speichel eine zweckgemässe Änderung seiner Zusammensetzung erfährt. Namentlich mit Rücksicht auf die komplizierte physiologische Bestimmung, die gerade dem Speichel zukommt, erscheint die Voraussetzung natürlich, dass für die einzelnen Speisearten diese oder jene Reaktive vorzugsweise geliefert werden. Wir machen also die hypothetische Annahme, die allerdings erst experimentell geprüft werden müsste, dass beim Kauen des Fleisches ein an Fermenten armer Speichel secerniert werde, dessen physikalische Funktion in den Vordergrund tritt. Eine der Stärkelösung zu gute kommende Erhöhung des Fermentgehaltes liegt aber wahrscheinlich nicht vor.

Zum Zwecke der ersten Orientierung stellten wir auch regelmässig die Jodprobe an. Diese beruht darauf, dass man nach einer starken Blau- resp. Rotbraunfärbung das Vorhandensein von Amylodextrin resp. Erythrodextrin annimmt und somit auf eine schlechte und ungenügende Stärkelösung schliesst, während eine fehlende Farbreaktion die Anwesenheit von Achroodextrin, also eine Besserung der Amylolyse, erkennen lässt. *J. Müller* stellt der Probe kein gutes Zeugnis aus. Nach seinen Erfahrungen geht eine schlechte Stärkeverdauung durchaus nicht immer mit entsprechender Farbreaktion einher, während allerdings bei höheren Graden der Amylolyse regelmässig eine negative Jodreaktion gefunden wird. Wie aus Tabelle I ersichtlich ist, können wir uns bei vergleichender Betrachtung der Brot- und Brot-Fleischversuche ebenfalls von dieser letzteren Thatsache überzeugen.

Nachdem wir den Einfluss der Eiweissstoffe auf die Verdaulichkeit der Kohlehydrate festgestellt hatten, lag es uns daran, zu prüfen, ob auch die Zugabe von Fett den Ablauf der Amylolyse in irgend einer Weise modifizieren kann. Aus den früheren Untersuchungen ging hervor, dass die veränderten Aciditätsverhältnisse im wesentlichen die Ursache für die verbesserten Lösungsbedingungen abgeben. Nach den Angaben von *Pawlow*[1]) u. A. alteriert nun das Fett die Saftsekretion im Magen in bedeutsamer Weise. Während so wie die Stärke auch das Fett bei unmittelbarer Prüfung keine Wirkung auf die Magendrüsen erkennen lässt, beobachtete *Pawlow* die interessante Thatsache, dass das Fett bei gleichzeitiger Verabreichung mit Fleisch sowohl die Saftmenge als auch die verdauende Kraft des Saftes bedeutend herabsetzt, und zwar führt er diesen Vorgang auf eine reflektorische Hemmung in der Sekretion des psychischen Saftes zurück, jener Absonderung, die das leidenschaftliche Begehren nach Speise, d. h. der Appetit, hervorruft, den *Pawlow* den „ersten und mächtigsten Erreger der sekretorischen Nerven des Magens“ nennt. Ob auch die einhüllende Wirkung des Fettes hierbei eine Rolle spielt, durch die event. die Erregung der Nervenendigungen verhindert werden könnte, liess sich noch nicht nachweisen. Anknüpfend an die *Pawlow*'schen Tierversuche stellte *H. Strauss*[2]) gleichzeitig mit *Akimow-Peretz*[3]) fest, dass das Fett infolge seiner die Sekretion beschränkenden Wir-

[1]) Pawlow, l. c.

[2]) H. Strauss, Grundsätze der Diätbehandlung Magenkranker. Würzburger Abhandlungen aus dem Gesamtgeb. der praktischen Med. I. Bd. 12. Heft.

[3]) Akimow-Peretz, Ref. i. Arch. für Verdauungskrankheiten 1898, Bd. 4.

kungsweise für die Diätotherapie der Hyperacidität Bedeutung zu beanspruchen hat. Für unsern Gegenstand ist aus diesen Untersuchungen zu entnehmen, dass durch Fettdarreichung die Amylolyse möglicherweise gebessert würde.

Wir prüften die Frage in der Weise, dass wir einmal das nur aus Brot bestehende Frühstück verabreichten, das andere Mal noch 30 g ungesalzene Butter hinzugaben, die auf die Brötchen aufgestrichen wurde. Im übrigen war die Versuchsmethode die gleiche, wie bei den Fleischversuchen. Nur musste darauf Rücksicht genommen werden, dass durch das bald nach der Expression eintretende Erstarren des Fettes die Trennung der gelösten von der ungelösten Portion erschwert wird. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, gingen wir folgendermassen vor: Die in die Sedimentierröhrchen eingefüllten, gut durchgerührten Chymusmassen wurden im Wasserbad erwärmt, wodurch sich das Fett vollkommen verflüssigte und vermöge seiner specifischen Leichtigkeit in der obersten Schicht ansammelte. Ein Abschöpfen des flüssigen Fettes oder Entfernen desselben mittels einer Pipette war nun nicht angängig, weil stets feste Brotteilchen vom Fette an der Oberfläche festgehalten wurden. Wir zogen es daher vor, vor dem Abgiessen der gelösten Bestandteile in den Faltenfilter immer so lange zu warten, bis die Fettschicht erstarrt war, um diese in dem Glase zurückzubehalten. Natürlich musste, so oft die sich am Boden niedersetzenden gröberen Chymusteile mit Wasser, das ½ % HCl enthielt, wieder aufgerührt wurden, jedesmal vor dem Centrifugieren auch das Erhitzen auf dem Wasserbade wiederholt werden. Durch dieses Verfahren vermieden wir gleichzeitig eine unnötige Verlängerung des Filtrationsprocesses, zu welcher

die Anwesenheit von Fett auf dem Filtrirpapier sicher geführt hätte.

Die von uns erhaltenen Resultate lassen einen deutlichen Einfluss des Fettes auf die Kohlehydratlösung nicht erkennen. (Vergl. Tab. IV). Bald war die Amylolyse in den Fettversuchen grösser (Vers. 2 u. 3), bald geringer (Vers. 1, 4 und 5) als in den Controllversuchen.

Tabelle IV.

Versuchs-Nummer	a) Brot allein						b) Brot + Fett						Aufenthalt der Speisen im Magen
	Name	Acidität Indikat. L.	Acidität Indikat. Ph.	Frei HCl	HCl-Defiz.	Jod — Reaction	Proc. gelöste Kohlehydrate	Acidität Indikat. L.	Acidität Indikat. Ph.	Freie HCl	HCl-Defiz.	Jod — Reaktion	Procent gelöste Kohlehydrate	Minuten
1.	Schulze	?	?	?	?	?	60	61	82	+	—	?	57	10
2.	Strohte	16	26	+	—	rotbraun	62	28	44	+	—	blau	64	15
3.	Strohte	22	32	+	—	rotbraun	56	38	56	+	—	rotbraun	70	33
4.	Rudolphie	2	10	—	?	—	81	2	8	—	?	—	75	10
5.	Maukner	50	56	20	—	blau	62	48	54	28	—	blau	46	12

Auch die Aenderungen der Acidität vollzogen sich nicht in constanter Weise.

Was die HCl-Abscheidung betrifft, so konnte ein hemmender Einfluss des Fettes auf dieselbe keineswegs ermittelt werden. In den Vergleichsversuchen fiel die, meist positive Reaction stets in demselben Sinne aus. Im Falle Maukner, wo wir die Salzsäure quantitativ feststellten, wurde sogar eine Erhöhung ihres Wertes von 20 auf 28 beobachtet.

Die Jodreaction liess bei diesen Versuchen keine Schlüsse zu.

Die wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit liessen sich etwa in folgende Schlusssätze zusammenfassen:

I.

Die mehrfach bezweifelte Angabe, dass unter normalen Verhältnissen während der Mund- Magenverdauung im Mittel 60 % der im Brot genossenen Kohlehydrate in gelöste Form übergeführt werden, findet sich in vollem Masse bestätigt.

II.

Durch Zugabe von Eiweissstoffen wird die Verdaulichkeit der Kohlehydrate derartig begünstigt, dass die Intensität des amylolytischen Processes im Magen sich während dessen ganzen Dauer um durchschnittlich 15 % erhöht.

III.

Die Besserung der Amylolyse wird bedingt durch Bildung von Säureeiweissverbindungen, durch die Herabdrückung der Gesamtacidität und die Erhöhung des HCl-Defizits.

IV.

In Folge des verspäteten Auftretens von freier HCl muss sich die Amylolyse im Magen auch zeitlich ausdehnen.

V.

Es ist daher sowohl dem Gesunden als bei der Behandlung der Superacidität eine aus Eiweissstoffen und Kohlehydraten passend gemischte Nahrung zu empfehlen.

Mit Rücksicht auf die hygienische Bedeutung einer umfangreichen Amylolyse im Magen ist gleichzeitig ein Beitrag zur wissenschaftlichen Widerlegung des Vegetarismus geliefert.

VI.

Vom Fette ist kein Einfluss auf die Verdaulichkeit der Kohlehydrate zu beobachten.

Am Schlusse meiner Arbeit angelangt, erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn

Prof. Dr. Johannes Müller

für die freundliche Anregung zur Beschäftigung mit vorliegender Frage und für die mir zu Teil gewordene Unterstützung, sowie für die Liebenswürdigkeit, mit der er mir die Mittel seines Laboratoriums zur Verfügung stellte, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Ebenso gestatte ich mir, meinem verehrten Lehrer, Herrn

Geh. Med.-Rat Prof. Dr. von Leube

für die gütige Übernahme des Referates verbindlichst zu danken.

Lebenslauf.

Ich, James Fränkel, preussischer Staatsangehörigkeit, bin geboren am 15. September 1879 zu Berlin als Sohn des kürzlich verstorbenen Kaufmanns Simon Fränkel in Berlin. Nach Besuch des Köllnischen Gymnasiums meiner Vaterstadt erwarb ich mir Ostern 1898 das Reifezeugnis an der genannten Anstalt und bezog im April desselben Jahres die Universität zu Freiburg i. Br. Im Oktober 1898 wurde ich in Berlin immatrikulirt, wo ich bis zum Ende des Winter-Semester 1901/02 blieb. Im Mai 1902 begann ich meine Studien an der Universität Würzburg. Hier unterzog ich mich auch der ärztlichen Staatsprüfung und wurde am 27. Februar 1903 als Arzt approbiert. Vorstehende Dissertation habe ich unter Leitung des Herrn Prof. Dr. Johannes Müller verfasst.

Während meiner klinischen Studienzeit in Berlin durfte ich in der I. Medizinischen Universitätsklinik der kgl. Charité sowie in der kgl. chirurgischen Klinik zu Berlin längere Zeit als Coassistent thätig sein. Ich sage an dieser Stelle den Herren Prof. Dr. M. Michaelis, Privatdozent Dr. Borchard und Dr. Bier, die mir an diesen Instituten besonders zur Seite gestanden haben, hierfür meinen tiefgefühlten Dank.